



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 32 42 301.2  
②② Anmeldetag: 16. 11. 82  
④③ Offenl gungstag: 17. 5. 84

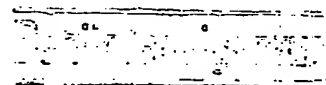
DE 3242301 A1

⑦① Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 8000 München, DE

⑦② Erfinder:

Müller, Dietmar, Dipl.-Chem.Dr., 7500 Karlsruhe, DE



Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung ein- oder mehrbasiger Treibladungspulver

Ein- oder mehrbasige Treibladungspulver werden im Lösungs-  
mittelverfahren aus ihren Ausgangskomponenten, von  
denen wenigstens eine mit Alkohol angefeuchtet ist, mittels  
eines Doppelwellen-Schneckenextruders hergestellt, der  
eine Einzugszone erhöhter Temperatur, daran anschließen-  
d n Misch- und Knetzonen und schließlich eine Austrittszo-  
n aufweist, wobei die Temperatur in den Knet- und Misch-  
zonen und in der Austrittszone höher liegt als in der Einzugs-  
zone, im übrigen aber in Richtung zur Austrittszone hin ab-  
fällt.

DE 3242301 A1

3242301

DR. ING. HANS LICHTI · DIPL.-ING. HEINER LICHTI  
DIPL.-PHYS. DR. JOST LEMPERT  
PATENTANWÄLTE

D-7500 KARLSRUHE 41 (GRÖTZINGEN) · DURLACHER STR. 31 (HOCHHAUS)  
TELEFON (0721) 48511

15. November 1982

6527/82-Lj

Fraunhofer-Gesellschaft  
zur Förderung der angewandten Forschung e.V.  
Leonrodstraße 54  
D-8000 MÜNCHEN 19

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von ein- oder mehrbasigen Treibladungspulvern in Strangform mittels eines Doppelwellen-Schneckenextruders mit einer Einzugszone für die Ausgangskomponenten, von denen wenigstens eine mit Alkohol angefeuchtet ist, daran anschließenden Misch- und Knetzonen mit Lösungsmittelzugabe zur Plastifizierung und einer an die Schnecken anschließenden Austrittszone mit einem Formkopf für ein oder mehr Stränge, wobei die Einzugszone auf einer erhöhten Temperatur gehalten wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Knet- und Mischzone sowie die Austrittszone auf einer gegenüber der Einzugszone höheren, etwa konstanten Temperatur gehalten werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1 zur Herstellung zwei- oder mehrbasiger Treibladungspulver, dadurch gekennzeichnet, daß die Knet- und Mischzone in Abschnitte mit in Förderrichtung fallender, innerhalb der Abschnitte jedoch konstanter Temperatur unterteilt ist.

3242301

3. Verfahren nach Anspruch 1 zur Herstellung von einbasigen Treibladungspulvern, dadurch gekennzeichnet, daß die Gehäuse-Temperatur im schneckennahen Bereich in der Einzugszone auf  $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , in der Knet- und Mischzone auf  $56 \pm 3^{\circ}\text{C}$  und in der Austrittszone so gehalten wird, daß die Massetemperatur  $64 \pm 3^{\circ}\text{C}$  beträgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 zur Herstellung von mehrbasigen, insbesondere dreibasigen Treibladungspulvern, dadurch gekennzeichnet, daß die Gehäuse-Temperatur im schneckennahen Bereich in der Einzugszone  $35 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , in der Knet- und Mischzone zwischen  $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$  und  $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$  und in der Austrittszone  $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$  beträgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gehäuse-Temperatur in der Misch- und Knetzone in Förderrichtung von  $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$  auf  $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$  abfällt.
6. Doppelwellen-Schneckenextruder zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß er mit gleich- oder gegenläufigen Schnecken ausgestattet ist.
7. Doppelwellen-Schneckenextruder zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1, 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß er mit gleichläufigen Schnecken ausgestattet ist.
8. Schneckenextruder nach Anspruch 6 für einbasige Treibladungspulver, dadurch gekennzeichnet, daß für die einzelnen Zonen etwa folgende Abhängigkeit zwischen Länge L (Gesamtlänge abzüglich Länge der Austrittszone) und Durchmesser D der Gehäusebohrung gilt:

3242301

- a) Gleichläufer, Gesamtlänge  $L = 23 D$   
 Einzugszone ( $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )  $L_1 = 9 D$   
 Misch- und Knetzone ( $56 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )  $L_2 = 14 D$
- b) Gegenläufer, Gesamtlänge  $L = 26 D$   
 Einzugszone ( $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )  $L_1 = 11 D$   
 Knet- und Mischzone ( $56 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )  $L_2 = 15 D$

9. Schneckenextruder nach Anspruch 7 für dreibasige Treibladungspulver, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Gesamtlänge des Gleichläufers von  $L = 23 D$  zuzüglich der Länge der Austrittszone für die einzelnen Zonen etwa folgende Abhängigkeit zwischen Länge  $L$  und Innendurchmesser  $D$  gilt:

- Einzugszone ( $35 \pm 5^{\circ}\text{C}$ )  $L_1 = 5 D$   
 1. Knet- und Mischzone ( $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )  $L_2' = 9 D$   
 2. Knet- und Mischzone ( $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )  $L_2'' = 9 D$

10. Schneckenextruder nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) mit ein oder mehr Entgasungsöffnungen (8) versehen ist.
11. Schneckenextruder nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die ein oder mehr Entgasungsöffnungen (8) im Bereich der Misch- und Knetzone ( $L_2, L_2', L_2''$ ) angeordnet sind.

4 3242301

DR. ING. HANS LICHTI · DIPL. ING. HEINER LICHTI  
DIPL.-PHYS. DR. JOST LEMPERT  
PATENTANWÄLTE

D-7500 KARLSRUHE 41 (GRÖTZINGEN) · DURLACHER STR. 31 (HOCHHAUS)  
TELEFON (0721) 48511

15. November 1982

6527/82-Lj

Fraunhofer-Gesellschaft  
zur Förderung der angewandten Forschung e.V.  
Leonrodstraße 54  
D-8000 MÜNCHEN 19

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung  
ein- oder mehrbasiger Treibladungspulver

- - - - -

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von ein- oder mehrbasigen Treibladungspulvern in Strangform mittels eines Doppelwellen-Schneckenextruders mit einer Einzugszone für die Ausgangskomponenten, von denen wenigstens eine mit Alkohol angefeuchtet ist, daran anschließenden Misch- und Knetzonen mit Lösungsmittelzugabe zur Plastifizierung und einer an die Schnecken anschließenden Austrittszone mit einem Formkopf für ein oder mehr Stränge, wobei die Einzugszone auf einer erhöhten Temperatur gehalten wird.

Zur Herstellung einbasiger Treibladungspulver (Nitrocellulose), zweibasiger (Nitrocellulose + Nitroglycerin oder andere Sprengöle), wie auch dreibasiger Treibladungspulver (Nitrocellulose + Nitroglycerin + Nitroguanidin) verwendet-

man thermoplastische Formverfahren oder eine Formgebung unter Verwendung flüchtiger Lösungsmittel, wobei die letztere Methode bevorzugt wird. Als Lösungs- und Geliermittel werden in der Regel Ketone, Alkohole, Äther oder deren Gemische verwendet. Diese Methode hat gegenüber der thermoplastischen Formgebung den sicherheitstechnischen Vorteil, daß aufgrund des Zusatzes der Lösungsmittel die Verarbeitungstemperatur relativ niedrig gehalten werden kann. Beispielsweise kann auf diese Weise angefeuchtete Nitrocellulose in einer Schneckenpresse zu ein oder mehr Strängen extrudiert werden (DE-AS 28 25 567, DE-OS 30 44 577), wobei je nach Anwendungszweck in den Strang ein oder mehr Kanäle anlässlich des Extrudierens mittels einer Nadelmatrize eingeformt werden.

Bei diesem Formverfahren entstehen innerhalb des Schneckenextruders aufgrund der inneren Reibung erhöhte Temperaturen, die man bisher entweder durch eine überproportionale Zugabe von Lösungsmittel oder aber durch Kühlen des Extruders in den Knet- und Mischzonen und in der Austrittszone (DE-AS 28 25 567) auf einem sicheren Wert zu halten versuchte. Im erstgenannten Fall muß der extrudierte Strang wegen des verbleibenden Lösungsmittels einem Vortrocknungsprozeß unterworfen werden, bevor er weiterverarbeitet werden kann. Auch ist hier die Formstabilität und damit die Formerhaltung der Kanäle nicht immer gegeben. In beiden vorgenannten Fällen ist die Qualität des Endproduktes, insbesondere seine Dichte und Homogenität nicht zufriedenstellend. Gerade diese Faktoren aber, nämlich Formstabilität, Dichte und Homogenität beeinflussen das ballistische Verhalten sehr maßgeblich. Mit einer gesteuerten Lösungsmittelzugabe (DE-OS 30 44 577) lassen sich zwar schon erheblich bessere Ergebnisse erreichen, doch ist der Massendurchsatz nicht befriedigend.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die es gestatten, Treibladungspulver homogener Zusammensetzung in formstabilen Strängen bei erhöhtem Durchsatz zu erhalten.

Ausgehend von dem eingangs geschilderten Stand der Technik, bei dem der Doppelwell n-Schneckenextruder eine Einzugszone mit erhöhter Temperatur aufweist, wird diese Aufgabe in verfahrenstechnischer Hinsicht dadurch gelöst, daß die Knet- und Mischzone sowie die Austrittszone auf einer gegenüber der Einzugszone höheren konstanten Temperatur gehalten werden.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß das beim Stand der Technik vorgesehene Kühlen hinter der aufgeheizten Einzugszone zu einer Schichtbildung an der Gehäusewandung führt. Zwischen dieser und den benachbarten inneren Produktschichten entstehen Scherkräfte, die zusätzlich zu den Misch- und Knetkräften zu unkontrollierten Temperaturerhöhungen in der Masse führen. Diese Effekte scheinen maßgeblich für die Inhomogenität des Endproduktes zu sein. In der Praxis führt dies ferner dazu, daß es zur Pfropfenbildung und damit zu einem ungleichmäßigen Produktaustritt kommt. Es ist zwar versucht worden, diese Inhomogenität durch Anordnung von Siebeinsätzen vor der Austrittsmatrize zurückzuhalten (DE-OS 30 42 662), doch werden diese Siebe sehr schnell verlegt, so daß der Extruder häufig demontiert und gereinigt werden muß.

Durch die erfindungsgemäße Verfahrensführung werden die vorgenannten Effekte vermieden. Bei der erhöhten Temperatur in der Knet- und Mischzone werden eine bessere Gelstruktur und damit ein besseres Fließverhalten erreicht, die für die festgestellte bessere Homogenität verantwortlich sein dürften. Aus sicherheitstechnischen Gründen drängt sich an sich ein Kühlen des Extruders auf, doch haben praktische Untersuchungen gezeigt, daß das Verfahren bei erhöhten Temperaturen, die jedenfalls unterhalb der Verdampfungstemperatur der Lösungsmittel liegen müssen, ohne weiteres über Tage durchgeführt werden kann. Auch läßt sich der Durchsatz nennenswert steigern.

Dem höheren sicherheitstechnischen Risiko bei zwei- oder mehrbasigen Treibladungspulvern wird erfindungsgemäß dadurch Rechnung getragen, daß die Knet- und Mischzone in Abschnitte mit in Förderrichtung fallender, innerhalb der Abschnitte jedoch konstanter Temperatur unterteilt ist.

Das Produkt durchläuft also in der Einzugszone einen Abschnitt erhöhter Temperatur, im ersten Bereich der Knet- und Mischzone einen Abschnitt noch höherer Temperatur und im Anschluß daran Abschnitte fallender Temperatur, die gleichwohl noch über der in der Einzugszone liegt.

Für die Herstellung von einbasigen Treibladungspulvern auch mit geringen Zuschlägen von Sprengölen und Dinitrotoinol ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, daß die Gehäuse-Temperatur im schnecken-nahen Bereich in der Einzugszone auf  $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , in der Knet- und Mischzone auf  $56 \pm 3^{\circ}\text{C}$  und in der Austrittszone so gehalten wird, daß die Masse-temperatur  $64 \pm 3^{\circ}\text{C}$  beträgt.

Für die Herstellung von mehrbasigen, insbesondere dreibasigen Treibladungs-pulvern hingegen sieht eine bevorzugte Ausführungsform vor, daß die Ge-häuse-Temperatur im schneckennahen Bereich in der Einzugszone  $35 \pm 5^{\circ}\text{C}$  beträgt, in der Knet - und Mischzone in Förderrichtung von  $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$  auf  $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$  abfällt und in der Austrittszone  $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$  beträgt.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden Doppelwellen-Schneckenextruder vorgeschlagen, die für einbasige Treibladungspulver als Gleich- oder Gegenläufer, für mehrbasige Treibladungspulver vorteilhafter-weise nur als Gleichläufer ausgebildet sind. Bei einer bevorzugten Aus-führungsform eines Schneckenextruders für einbasige Treibladungspulver gilt für die einzelnen Zonen etwa folgende Abhängigkeit zwischen der Länge L (Gesamtlänge abzüglich Länge der Austrittszone) und dem Durchmesser D der Gehäusebohrung:



a)	Gleichläufer, Gesamtlänge	L	=	23 D
	Einzugszone ( $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )	L <sub>1</sub>	=	9 D
	Misch- und Knetzone ( $56 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )	L <sub>2</sub>	=	14 D
b)	Gegenläufer, Gesamtlänge	L	=	26 D
	Einzugszone ( $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )	L <sub>1</sub>	=	11 D
	Knet- und Mischzone ( $56 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )	L <sub>2</sub>	=	15 D

Bei einem gleichläufigen Schneckenextruder für mehrbasige, insbesondere dreibasige Treibladungspulver, gilt gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bei einer Gesamtlänge von  $L = 23 D$  zuzüglich der Länge der Austrittszone für die einzelnen Zonen etwa folgende Abhängigkeit zwischen Länge  $L$  und Durchmesser  $D$ :

Einzugszone ( $35 \pm 5^{\circ}\text{C}$ )	L <sub>1</sub>	=	5 D
1. Knet- und Mischzone ( $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )	L <sub>2</sub>	=	9 D
2. Knet- und Mischzone ( $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$ )	L <sub>2</sub>	=	9 D

Bei beiden vorgenannten Ausführungsformen spielt die Länge der Austrittszone keine maßgebliche Rolle, da sie stets etwa gleich lang ist. Hier ist lediglich darauf zu achten, daß die im Zusammenhang mit den beschriebenen Verfahren angegebenen Temperaturgrenzen eingehalten werden.

Bei allen Ausführungsformen empfiehlt es sich, das Gehäuse mit ein oder mehr Entgasungsöffnungen zu versehen, die vor allem im Bereich der Misch- und Knetzonen angeordnet sein sollten, um die abdampfenden Lösungsmittel abziehen zu lassen und insbesondere zu vermeiden, daß es innerhalb des

Produktstrangs zu Gaseinschlüssen kommt. Ebenso ist bei allen Ausführungsformen das Gehäuse des Schneckenextruders mit einem Fluidkreislauf verbunden, der - thermostatisch gesteuert - durch Kühlen oder Heizen dafür sorgt, daß die geforderten konstanten Temperaturgrenzen in den einzelnen Zonen eingehalten werden.

#### Beispiel 1:

Einbasiges Treibladungspulver: 100 kg Nitrocellulose (Trockengewicht) mit 25 bis 30 kg Alkohol befeuchtet, ca. 1,7 bis 2 Gew.-% Stabilisator und Natriumoxalat werden mit 16,5 bis 27 kg Aceton in einem gleich- oder gegenläufigen Extruder verarbeitet. In der Einzugszone beträgt die Gehäuse-Temperatur im wandungsnahen Bereich  $t_1 = 40 \pm 3^\circ\text{C}$  und in der Knet- und Mischzone  $t_2 = 56 \pm 3^\circ\text{C}$ , während im Austrittsteil die Massetemperatur bei  $t_3 = 64 \pm 3^\circ\text{C}$  gehalten wird. Die Drehzahl der Schneckenwellen liegt bei 20 bis 120 U/min für eine Mehrstrang-Extrusion, wobei jeder Strang mit Hilfe einer Nadelmatrize mit ein oder mehr Kanälen versehen sein kann, um Stränge für Treibladungspulver üblicher Geometrie zu erhalten.

Die auf diese Weise erhaltenen Stränge zeigten ein transparentes Aussehen bei glatter Oberfläche und konnten ohne zusätzlichen Trocknungsprozeß sofort geschnitten und anschließend oberflächenbehandelt werden, ohne daß die Formstabilität leidet.

#### Beispiel 2:

Ein dreibasiges Treibladungspulver wird aus einer Vormischung mit 100 kg Trockengewicht aus  $47 \pm 1$  Gew.-% Nitroguanidin,  $28 \pm 1$  Gew.-% Nitrocellulose,  $23 \pm 1$  Gew.-% Nitroglycerin,  $1,5 \pm 0,1$  Gew.-% Stabilisator, ca. 0,3 Gew.-% Kryolith und 6 bis 8 kg Alkohol sowie 18 bis 22 kg Aceton

in einem gleichläufigen Doppelwellen-Schneckenextruder verarbeitet. Die Gehäuse-Temperatur im Einzugs- und Dosierbereich wird bei  $t_1 = 35 \pm 5^\circ\text{C}$ , in einem ersten Abschnitt der Misch- und Knetzone auf  $t_{2'} = 50 \pm 3^\circ\text{C}$  und in einem zweiten Abschnitt der Knet- und Mischzone auf  $t_{2''} = 45 \pm 3^\circ\text{C}$  gehalten, während in der Austrittszone die Gehäuse-Temperatur  $t_3 = 40 \pm 3^\circ\text{C}$  bei einer Massetemperatur von  $62 \pm 5^\circ\text{C}$  beträgt. Die Schneckendrehzahl liegt wiederum bei 20 bis 120 U/min bei Mehrstrangaustritt und ein oder mehr Kanälen je Strang.

Es kommt auch eine Einzelkomponenten-Dosierung in den Extruder in Frage, wobei Nitroglycerin mit Nitrocellulose phlegmatisiert wird. Auch in diesem Fall wurden 18 bis 22 kg Aceton zum Plastifizieren benötigt.

Nachstehend ist die Erfindung anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsformen beschrieben.

In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen Doppelwellen-Schneckenextruder als Gegenläufer und

Figur 2 einen Doppelwellen-Schneckenextruder als Gleichläufer.

Der in Figur 1 gezeigte Extruder weist ein Gehäuse, auf das aus mehreren Segmenten 2 zusammengesetzt ist, die durch stirnseitige Endflansche 3 miteinander verspannt sind. An der Antriebsseite 4 sind in das Gehäuse zwei parallel liegende, gegenläufige Schneckenwellen 5 hineingeführt, die bis zum vorderen Endflansch 3 reichen und dort in Spitzen enden. An das letzte Gehäusesegment 2 schließt sich ein Formkopf 17 an. Dieser Schneckenextruder dient zur Herstellung einbasiger Treibladungspulver.

Das erste antriebsseitige Gehäusesegment 2 ist mit einer Zugabeöffnung 6 für die Feststoffkomponenten, nämlich Nitrocellulose und Zuschlagstoffe versehen. An dieser Stelle können auch Stabilisatoren zugegeben werden, wobei die Zugabe aller Komponenten einzeln oder in einer Vormischung geschieht. Das stromabwärts folgende Segment 2 ist mit einem Düsenkanal 7 versehen, durch den das Lösungsmittel, ggfs. in Mischung mit den Stabilisatoren, dosiert zugeführt wird. Schließlich weist das in Förderrichtung vorletzte Gehäusesegment 2 eine Aussparung 8 auf, die einerseits zum Entgasen des Produktes, andererseits zur fotooptischen Aufzeichnung der Oberfläche des an der Aussparung 8 vorbeilaufenden Produktes dient. Oberhalb der Öffnung 8 ist eine Kamera 9 angeordnet, die mit einem Monitor 10 in Verbindung steht. Anhand der Aufzeichnung am Monitor 10 wird das über den Düsenkanal 7 zugegebene Lösungsmittel dosiert. Der zuvor beschriebene Extruder ist bekannt (DE-OS 30 44 577).

Die beiden symmetrisch aufgebauten Schneckenwellen 5 weisen antriebsseitig zunächst einen Förderabschnitt 11 auf, der eingängig ausgebildet ist. Hieran schließt im Bereich des Düsenkanals 7 ein weiterer mehrgängiger Förderabschnitt 12 a, 12 b an. An diesen wiederum schließen sich ein erster Knetabschnitt 13 und ein zweiter Knetabschnitt 14 und hieran eine Stauscheibe 15 an. Im Anschluß an die Stauscheibe 15 und unmittelbar im Bereich der Entgasungs- und Beobachtungsöffnung 8 ist wiederum ein dreigängiger Förderabschnitt 12 vorgesehen, der schließlich zur Matritze hin durch einen weiteren Knetabschnitt 13 abgeschlossen wird.

Zwischen den einzelnen Förderabschnitten 12 sowie zwischen diesen und den Knetabschnitten 13, wie auch der Stauscheibe 15 sind Beruhigungszonen 16 vorgesehen, in denen sich auf den Schneckenwellen kein Verdrängungselemente befinden. Der Formkopf 17 besteht beim gezeigten

Ausführungsbeispiel aus einer Lochmatrie einer daran anschließenden Lochplatte und Matrizen mit Nadelträgern zur Erzeugung der Kanäle im Strang.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, reichen die Förderabschnitte 11 und 12 etwa über die ersten drei Gehäusesegmente 2. Diese bilden die Einzugszone mit der Länge  $L_1$ . Die Länge  $L_1$  entspricht dabei etwa 11 D, wobei D der Innendurchmesser des Gehäuses ist. Im Bereich dieser Einzugszone wird bei der Herstellung eines einbasigen Treibladungspulvers eine Temperatur von  $t_1 = 40 \pm 3^\circ\text{C}$  aufrechterhalten.

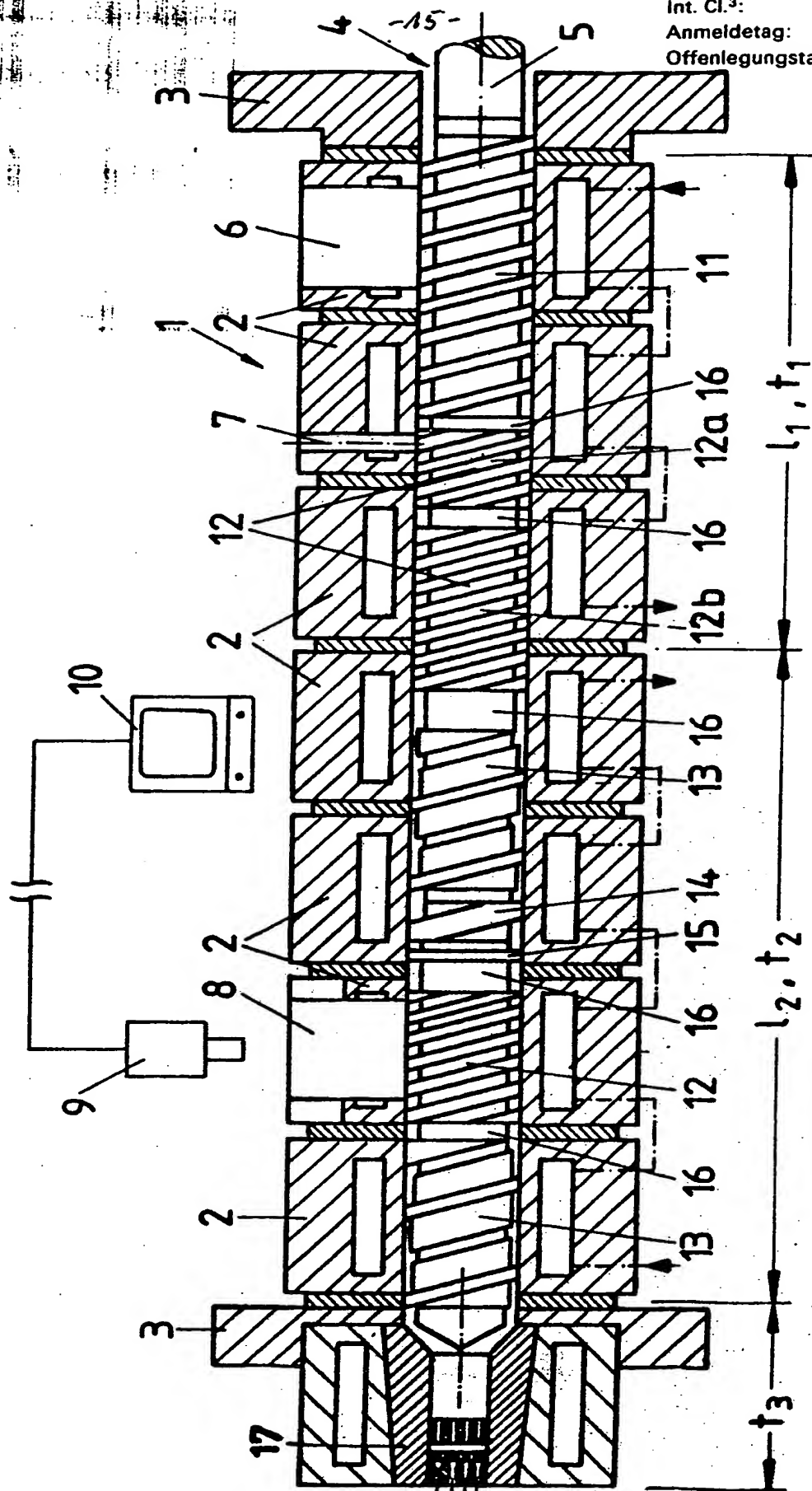
Die daran anschließenden vier Gehäusesegmente 2 bilden die Knet- und Mischzone  $L_2$ , in der eine Gehäuse-Temperatur von  $t_2 = 56 \pm 3^\circ\text{C}$  aufrechterhalten wird. Die Länge  $L_2$  entspricht etwa 15 D. In der Austrittszone mit der Matrize schließlich soll die Massetemperatur  $t_3 = 64 \pm 3^\circ\text{C}$  betragen.

Der in Figur 2 dargestellte gleichläufige Doppelwellen-Schneckenextruder weist gleichfalls einen im wesentlichen bekannten Aufbau auf, so daß hier auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet werden kann. Im Bereich der Einzugszone weisen die Schneckenwellen vorwiegend der Förderung dienende Abschnitte, im daran anschließenden Bereich vorwiegend dem Kneten und Mischen dienende Abschnitte auf, wobei die Übergänge allerdings fließend sein können. Hier, wie auch bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform sind die Entgasungsöffnungen vorzugsweise im Bereich der Förderabschnitte der Schnecken angeordnet, wie dies anhand der Entgasungsöffnung 8 gezeigt ist.

Unmittelbar unterhalb der zeichnerischen Darstellung sind die Verhältnisse bei der Herstellung eines einbasigen Treibladungspulvers wiedergegeben. Hier beträgt die Einzugszone  $L_1$  etwa gleich 9 D bei einer konstanten Gehäuse-Temperatur  $t_1 = 40 \pm 3^\circ\text{C}$ , während die Länge  $L_2$  der Knet- und Mischzone ca. 14 D beträgt. In dieser Zone wird die Temperatur  $t_2 = 56 \pm 3^\circ\text{C}$

aufrechterhalten. Im Austrittsteil beträgt die Massetemperatur des einbasigen Treibladungspulvers  $64 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Auch hier ist das Austrittsteil von einer Lochmatrize gebildet, die gegebenenfalls mit einem Nadeleinsatz versehen ist. Ferner ist auch hier wenigstens eine Entgasungsöffnung in der Knet- und Mischzone  $L_2$  vorgesehen.

Darunter sind die Verhältnisse bei der Herstellung eines dreibasigen Treibladungspulvers wiedergegeben. Da hier eine mehrfach abgestufte Temperaturführung vorgesehen ist, stimmen die einzelnen Zonen nicht genau mit den zuvor im Zusammenhang mit dem einbasigen Treibladungspulver geschilderten Zonen überein. Die Einzugszone  $L_1$  entspricht hier etwa 5 D. Dort wird eine Temperatur von  $t_1 = 35 \pm 5^{\circ}\text{C}$  aufrechterhalten. Der anschließende erste Abschnitt der Knet- und Mischzone  $L_{21}$  entspricht etwa 9 D bei einer konstanten Temperaturführung von  $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Hieran schließt sich ein weiterer Abschnitt  $L_{211}$  der Knet- und Mischzone an, wo die Gehäuse-Temperatur  $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$  beträgt. Dies entspricht einer Massetemperatur von etwa  $62 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Schließlich wird im Austrittsteil mit den Matrizen eine Temperatur  $t_3$  von  $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$  aufrechterhalten.



**FIG. 1**

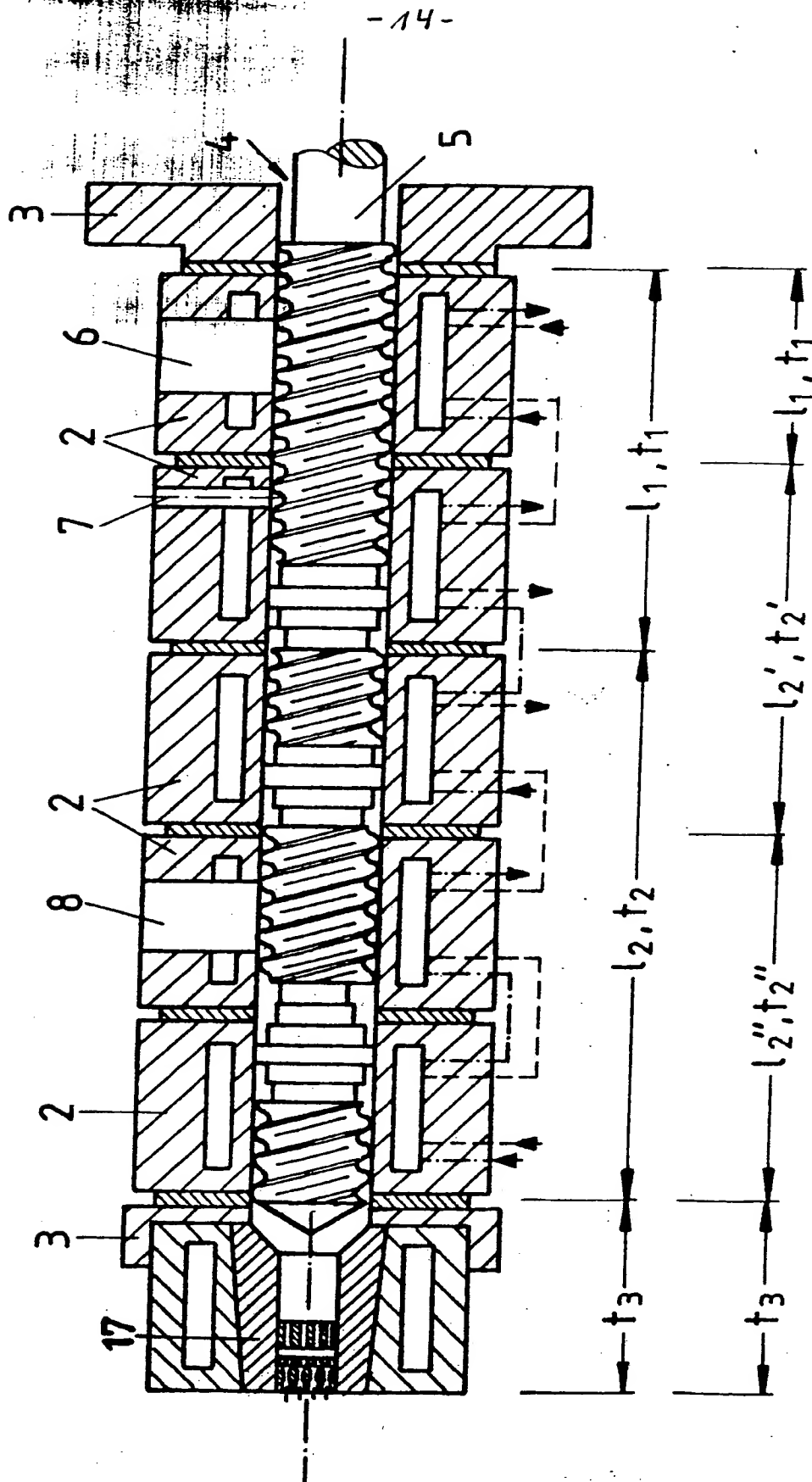


FIG.2